

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Conference Paper, Published Version

**Schmidt, Rudolf; Ellmer, Alfred; Schinnerl, Martin**

## **Monitoring in Wildbächen mit besonderem Fokus auf Hochwasserrückhaltebecken**

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

**Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik**

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/103406>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Schmidt, Rudolf; Ellmer, Alfred; Schinnerl, Martin (2015): Monitoring in Wildbächen mit besonderem Fokus auf Hochwasserrückhaltebecken. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Messen und Überwachen im Wasserbau und am Gewässer. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 53. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 479-488.

### **Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



## **Monitoring in Wildbächen mit besonderem Fokus auf Hochwasserrückhaltebecken**

Rudolf Schmidt  
Alfred Ellmer  
Martin Schinnerl

Der vorliegende Beitrag gibt einen Überblick über derzeit übliche Messmethoden des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung an Wildbächen, mit besonderem Schwerpunkt auf Rückhaltebecken. Ausgehend von den gesetzlichen und technischen Grundlagen wird der derzeitige eingesetzte Stand der Technik der hydrologischen Messtechnik erläutert und dargestellt. Fallbeispiele stellen die einzelnen Möglichkeiten und Grenzen exemplarisch dar.

Stichworte: Messtechnik, Rückhaltebecken, Hydrologie, Monitoring

### **1 Grundlagen**

Seit mehreren Jahren existiert in Österreich innerhalb des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung (WLV) ein loser Zusammenschluss interessierter Kollegen zum Thema Monitoring und Frühwarnung. 2010 erfolgte eine neue fachstrategische Ausrichtung des Dienstzweiges und im Zuge dessen, die Einrichtung des Fachbereiches „Monitoring“.

Die Tätigkeit erfolgt neben der hauptberuflichen Beschäftigung als Techniker im Dienstzweig, die Hauptaufgabe des Fachbereiches liegt also vor allem darin, den Stand der Technik mit zu verfolgen und im Dienstzweig abzubilden. Vereinzelt, vor allem im organisatorischen und regulativen Bereich bzw. bei einzelnen technischen Projekten in der Zusammenarbeit mit externen Partnern, werden Projekte auch operativ umgesetzt.

„Monitoring stellt einen Überbegriff für alle Arten der unmittelbaren systematischen Erfassung (Protokollierung), Beobachtung oder Überwachung eines Vorgangs oder Prozesses mittels technischer Hilfsmittel oder anderer Beobachtungssysteme dar. Dabei ist die wiederholte regelmäßige Durchführung ein zentrales Element der jeweiligen Untersuchungsprogramme, um anhand von Ergebnisvergleichen Schlussfolgerungen ziehen zu können.“ (nach Wikipedia).

## Monitoring dient

- der Gewinnung von Daten und Wissen
- der Prüfung von Hypothesen
- dem besseren Verständnis der Prozesse/Phänomene

Eine Funktion des Monitorings besteht darin, bei einem beobachteten Ablauf bzw. Prozess steuernd einzugreifen, sofern dieser nicht den gewünschten Verlauf nimmt bzw. bestimmte Schwellwerte unter- bzw. überschritten sind.

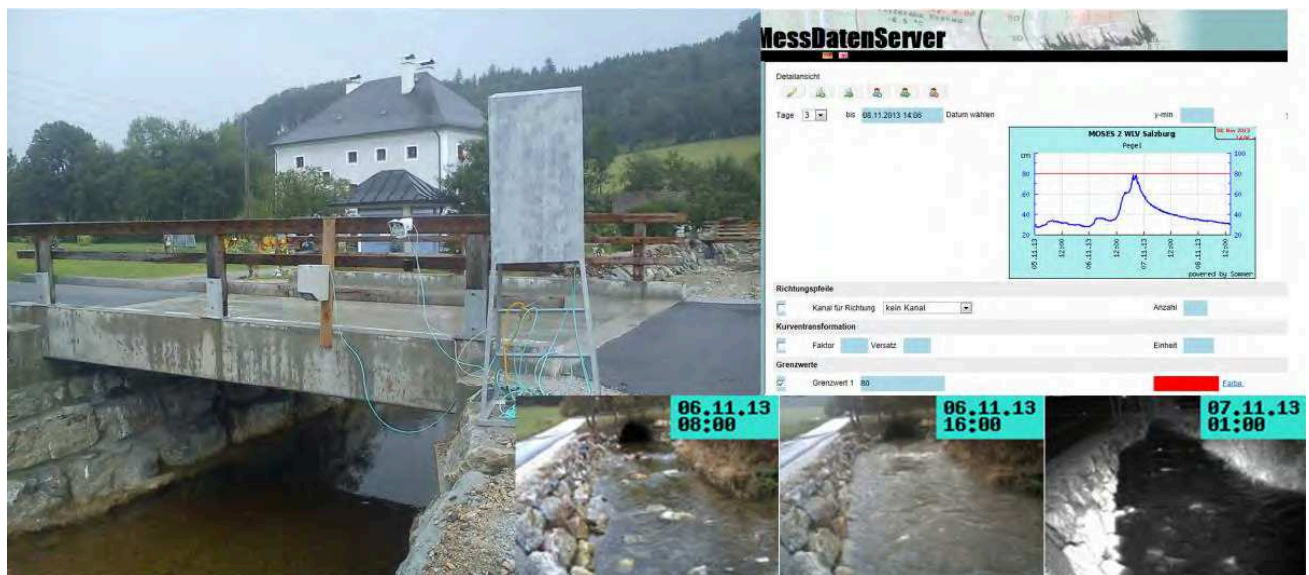
### **1.1 Fallbeispiel - Entwicklung der mobilen Messeinrichtung MOSES**

Kurz nach der Jahrtausendwende erfolgte durch die Sektion Vorarlberg des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung gemeinsam mit der Firma Sommer Messtechnik die Entwicklung der ersten mobilen Messeinheit, genannt „Notfallkoffer“. 2006 erfolgte dann unter Beteiligung der FH Dornbirn und des Fachbereiches eine Weiterentwicklung unter dem Namen MOSES (Mobiles Sicherheits-Einsatzsystem oder mobile security and emergency system). Im Wesentlichen handelt es sich dabei um einen mobilen Datenlogger der solar oder netzversorgt verschiedene Parameter aufzeichnen kann und die gemessenen Daten fernüberträgt. Eine Alarmierung per SMS aber auch mittels Sirene und Blinklicht vor Ort bei Überschreitung eines Grenzwertes ist möglich. Zu Beginn erfolgte ein Einsatz überwiegend zur Überwachung von Rutschungen mittels Fadenextensometern, Fissurometern und Reissleinsensoren. Die Einsatzdauer reichte dabei von wenigen Tagen (z.B. Baustellensicherungen bei kritischen Aushüben etc.) bis zu mehreren Jahren (z.B. Felssturz Ingelsberg, Gemeinde Bad Hofgastein, Rutschung Doren, Gemeinde Doren).

2013 erfolgte im Rahmen der letzten Bauetappe des Integralen Hochwasserschutzprojektes Thalgau in Salzburg eine Aufrüstung des Systems durch eine berührungslose Abflussmessung und eine Kamera inklusive Infrarotscheinwerfer.

Unter Punkt A) 2., „Auflagen in hydrografischer Sicht“ des wasserrechtlichen Bewilligungsbescheides wurde für die Bauzeit nicht nur ein Hochwasseralarmplan gefordert sondern war auch eine Person namhaft zu machen, die jederzeit die Information über einen allfälligen Hochwasserabfluss am Bach abzufragen hat.

Nach der Installation von MOSES können die Abflussdaten (Abfluss, Pegel, Geschwindigkeit) und ein Kamerabild jederzeit auch an arbeitsfreien Tagen von den Berechtigten (Partieführer, Bauleiter etc.) abgerufen werden und gegebenenfalls Maßnahmen ergriffen werden (Räumung der Baustelle, Warnung etc.)



**Abbildung 1:** Baustellensicherung am Oberlauf des Brunnbaches mittels MOSES

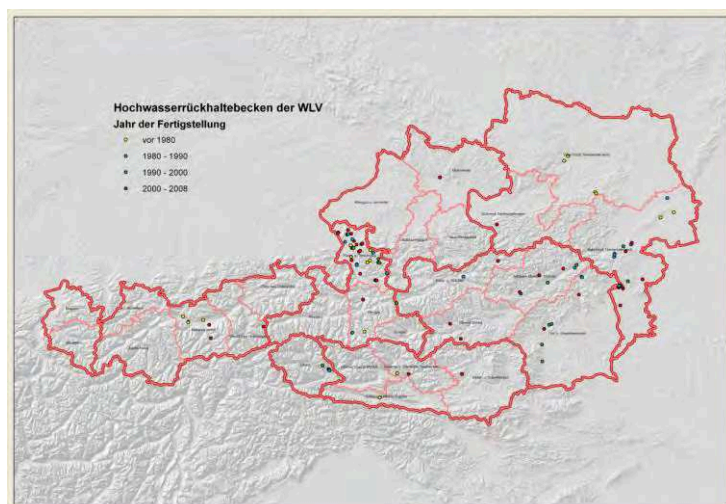
## 2 Überwachung von Hochwasserrückhaltebecken (HRB)

### 2.1 Grundlagen

Die Errichtung und der Betrieb von Hochwasserrückhaltebecken („künstliche Seeretentionsanlagen“) hat sich in den letzten Jahrzehnten zu einer wichtigen Technologie des Hochwasserschutzes entwickelt und wird auch seit Jahren erfolgreich in Wildbacheinzugsgebieten eingesetzt. Eine besondere Herausforderung ist die Minimierung des hohen Betriebsrisikos bei einer derartigen Anlage. Die hydrologische Messtechnik kann dem Betreiber wichtige Entscheidungshilfen für den Betrieb liefern. Mit Analysen von abgelaufenen Hochwässern (Regen, Beckenzu- und abfluß) werden Möglichkeiten zur Optimierung der Anlage geboten bzw. können diese prozeßhydraulischen Erkenntnisse in die Planung und Bemessung neuer Anlagen einfließen.

In den letzten Jahrzehnten hat die Anzahl von HRB in Österreich stark zugenommen, die überwiegende Mehrheit davon sogenannte ungesteuerte Becken. Derzeit existieren mehrere hundert klassische Hochwasserrückhaltebecken. Von der Bundeswasserbauverwaltung (BWV) wurden ca. 700 Anlagen und vom Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung (WLV) 106 Becken (Stand: April 2012) errichtet. Erwähnt werden muss in diesem Zusammenhang auch, dass die Anzahl von Rückhaltebecken die durch Straßenbetreiber oder private Bauherren errichtet werden stark zunimmt. Dabei handelt es sich

aber üblicherweise um Becken zur Kompensation einer Verschärfung des Oberflächenabflusses durch Bodenversiegelung.



**Abbildung 2:** Verteilung der HRB in Österreich

In der Verteilung ist auch ein deutliches Ost-West Gefälle erkennbar, was die Anzahl der HRB betrifft. In den Bundesländern Salzburg, Steiermark und Niederösterreich wurden die meisten solcher Anlagen errichtet, was sich durch die natürlichen Topografieunterschiede erklären lässt (Alpenrandlagen). In klassischen Wildbächen des Hochgebirges sind Murgänge und stark feststoffbeladene Abflussvorgänge vorherrschend, wodurch die Errichtung von Hochwasserrückhalteanlagen technisch nicht mehr möglich ist. Darüber hinaus fehlt es in den Gebirgsregionen oft am notwendigen Rückhaltevolumen.

**Tabelle 1** Volumen und Höhe von HRB der WLW in Österreich

<b>Zusammenfassung HWRHB-Erhebung – Phase 1 – die.wildbach</b>	<b>Stk. bzw. m<sup>3</sup> und m</b>
<b>Anzahl der Becken (Stk.)</b>	<b>106</b>
<b>Gesamtstauvolumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>4.311.968</b>
Mittleres Volumen je Becken (m <sup>3</sup> )	42.000
Anzahl der Becken >100.000m <sup>3</sup> (Stk.)	10
<b>Mittlere Stauhöhe (m) je Becken (m)</b>	<b>8,6</b>
Anzahl der Becken höher 10m (Stk.)	24
Anzahl der Becken höher 15m (Stk.)	11
Anzahl der Becken höher 20m (Stk.)	4

## 2.2 Gesetzliche und fachliche Basis

Hochwasserrückhalteanlagen sind Schlüsselbauwerke im Sinne der ONR 24800. Die laufende Überwachung von Schlüsselbauwerken ist gemäß ONR 24803 jährlich durchzuführen. Die Kontrolle hat in Zeitabständen von höchstens 5 Jahren zu erfolgen. In diesem Gesamtkontext ist die Bedeutung der hydrologischen Messtechnik bei Rückhalteanlagen zu sehen, die einen ordnungsgemäßen Betrieb ermöglicht und die Sicherheit der Anlage erhöht.

Grundlage für den Betrieb eines Rückhaltebeckens ist das Beckenbuch. Ein Beckenbuch ist eine geordnete Sammlung aller relevanten rechtlichen und technischen Unterlagen eines Hochwasserrückhaltebeckens. Es dient dem ordnungsgemäßen Betrieb und der Instandhaltung eines Hochwasserrückhaltebeckens. Im Beckenbuch sind folgenden Verantwortungsträger zu definieren: Beckenbetreiber, Beckenverantwortlicher, Beckenwärter sowie deren Stellvertreter.

Eine ausdrückliche gesetzliche Verpflichtung zum Betrieb von Monitoringsystemen gibt es nicht. Es liegt damit im Verantwortungsbereich des Beckenbetreibers zu entscheiden ob hydrologische Messsysteme einen Mehrwert bringen und errichtet werden sollen. Gerade bei schwer zugänglichen oder mehreren Becken im Einzugsgebiet wird aber eine Fernüberwachung eine deutliche Arbeitserleichterung im Betrieb mit sich bringen. Auch eine erschwerte (möglicherweise gefährdete) Erreichbarkeit im Hochwasserfall kann ein Argument für eine Fernüberwachung darstellen. Eine vermehrte Forderung von Monitoringanlagen seitens der Behörde im Zuge wasserrechtlicher Bewilligungsverfahren ist zu erwarten.

Unter Punkt A) 2., „Auflagen in hydrografischer Sicht“ des wasserrechtlichen Bewilligungsbescheides des Integralen Hochwasserschutzprojektes Thalgau heißt es zum Beispiel:

„Für das an den Betrieb der gegenständlichen Rückhaltebecken zu bindende, fortlaufende hydrometrische Monitoring, sowohl des Grundwassers als auch die Überwachung der jeweiligen Beckenfüllstände, ist ein Gesamtkonzept zu erstellen und den Sachverständigen [...] im Wege der Behörde zur Abstimmung vorzulegen.“

## 2.3 Methodik hydrologischer Messtechnik

Folgende Punkte sind für ein komplettes hydrologisches Messsystem einer ungesteuerten Rückhalteanlage notwendig:

- Niederschlagsmeßstation im Niederschlagskessel
- Abflussprognose aus Niederschlagsmessung (kalibriertes Abflußmodell)

- Abflussmessung im Bereich des Beckeneinlaufes (Pegelmessung)
- Beckenstandsmessungen mit Warnmöglichkeit bei Erreichen von kritischen Beckenstände
- Abflussmessung im Bereich des Beckenauslaufes mit Warnmöglichkeit bei Erreichen von kritischen Abflüsse, z. B. im Überlastfall (=Anspringen der HW-Entlastung)
- Optische Informationssysteme

## 2.4 Datenerfassung

### Sensoren für Wasserstand

Sensoren für die Wasserstandsmessung sind bei Rückhaltebecken und im Zu/Abfluss besonderen Belastungen ausgesetzt.

Verschlammen, Trockenfallen des Sensors, Einfrieren, Geschiebe (Steine und Holz), mechanische Gefährdung bei der Beckenräumung, Überspannungsgefahr durch Blitzschlag. Als besonders robust und langlebig haben sich im Beckenbereich Luftpierl-Sensoren erwiesen, bei Geschiebe, Eis und Überspannungen sind diese Luftsysteme gegenüber Drucksonden vorzuziehen. Bei berührungslosen Radar-Pegelsensoren ist es notwendig den Sensor über der Wasseroberfläche zu platzieren, es können im Zu/Abflussbereich bestehende Brücken als Montagemöglichkeit genutzt werden.

Die Sensoren sollten prinzipiell so im Gerinne montiert werden, dass auch bei niedrigen Abflüssen Messwerte ermittelt werden können, somit ist zu jeder Zeit eine Funktionskontrolle durchführbar. Bei Sensoren die nur bei höheren Wasserständen (HQ10) ansprechen, ist eine Funktionskontrolle nur sehr beschränkt möglich.

Bei jeder Messstelle ist es erforderlich den gemessenen Pegelwert mit einem fixen Pegelbezugspunkt zu referenzieren. Es muss zu jeder Zeit möglich sein den vom System gemessenen Wert durch eine Kontrollmessung zu bestätigen (Lattenpegel, Kabellichtlotmessung, ...).

Bei der Messung des Beckenpegels stellt sich immer die Frage ob der Sensor für die Pegelmessung vor oder hinter dem Rechen montiert werden sollte. Hinter dem Rechen ist der Sensor vor Geschiebe und mechanischen Belastungen geschützt. Falls es jedoch zu einer Verkläusung des Rechens kommt, wird der Beckenpegel falsch gemessen. Demzufolge ist die Messung im Becken (außerhalb des Rechens) vorzuziehen.

## Sensoren für Niederschlagsintensität

Die Niederschlagsmessung im Einzugsgebiet des HRB liefert für die Abflussprognose die notwendige Datenbasis. Die Station kann frühzeitig bei Starkniederschlag Alarmmeldungen generieren und somit wertvolle Zeit für die Einsatzkräfte gewinnen. In der Nachbetrachtung eines Ereignisses benötigt man die Niederschlagssummen für die Hochwasserbemessung (HQ).

### Anforderungen

- Messen von festem und flüssigem Niederschlag
- Geringe zeitliche Verzögerung der Niederschlagsintensität
- Möglichst Wartungsfrei

In der Praxis haben sich Niederschlagssensoren nach dem Wägeprinzip (Pluvio) und laser-optische Distrometer bewährt.

## 2.5 Datensammler, Stromversorgung, Datenübertragung

Die Stationen sind zumeist dezentral aufgebaut, die Messstation (Niederschlag, Zulaufpegel, Beckenpegel, Ablaufpegel) sind meist räumlich getrennt und jede ist für sich autonom. In den meisten Aufstellungsorten kommt eine Solar-Stromversorgung mit GSM/GPRS Datenübertragung zum Einsatz. Die Datenübertragung erfolgt auf FTP oder http –Server. Die Alarmmeldungen zumeist über SMS oder Sprachansage. Für sehr abgelegene Stationen können auch Funksysteme zum Einsatz kommen.

Der Datensammler an der Station erledigt die Datenerfassung und die Datenübertragung an die zentrale Datenbank. Zusätzlich kontrolliert er die Messwerte auf Grenzwertüberschreitungen und leitet gegebenenfalls eine Alarmierung ein. Eine automatische Zeit-Synchronisation aller Stationen sollte durchgeführt werden.

## 2.6 Datenbank / Datenvisualisierung / Datenauswertung

Ziel ist es, dem Beckenbetreiber, Beckenverantwortlichen und den Einsatzkräften jederzeit über das Abflussverhalten eines RHB aktuelle und zuverlässige Informationen bereit zu stellen. Um diese Informationen auch diesem Personenkreis zugänglich zu machen, bietet sich das Internet an. Diese Informationen können öffentlich oder Passwort geschützt, nur für einen bestimmten Personenkreis, auf einer Internetseite zugänglich sein.

Zeitgemäß ist eine grafische oder tabellarische Darstellung in einer Landkarte, die wesentlichen Messwerte sollten übersichtlich auf wenigen Seiten einen Gesamtüberblick bieten. Der Zeitraum für die Anzeige der Daten soll frei wählbar



sein. Der Zugriff auf die Daten soll unabhängig vom Endgerät sein, gleichgültig ob vom PC, Smartphone oder Tablett - Windows, Mac OS oder Android.

## **2.7 Wartung – Erfahrung aus der Praxis / Schwierigkeiten**

Bei regelmäßig gewarteten Anlagen, kann ein reibungsloser Messbetrieb über einen langen Zeitraum erwartet werden, deshalb ist anzuraten einen detaillierten Wartungsplan festzulegen, in dem folgende Punkte zu berücksichtigen sind.

- Intervall der Wartungsarbeiten
- Kontrolle der Messwerte, Übereinstimmung mit der Referenz (Lattenpegel, ...)
- Alarmliste, Aktualität der Grenzwerte und Alarmempfänger
- Aktualität der Datenbank/Datenausfälle
- Kontrolle Batteriespannungen, Batteriewechsel

In der Praxis hat sich gezeigt, dass die Telefonnummern der Alarmempfänger sehr häufig nicht aktuell sind, nach größeren Ereignissen sind die Sensoren im Beckenbereich zumeist durch Schotterumlagerungen und Geschiebe beeinträchtigt, eine rasche Räumung nach jedem Hochwasserereignis ist Voraussetzung für eine einwandfreie Funktion beim nächsten Hochwasser.

## **2.8 Fallbeispiel RHB Mittergrabenbach**

Im Oktober 2007 erfolgte der Baubeginn für die Hochwasserverbauung am Mittergrabenbach. Neben umfassenden Linearmaßnahmen im Unterlauf wurden ein Hochwasserrückhaltebecken und ein vorgelagertes Geschieberückhaltebecken errichtet. Nach der Fertigstellung wurde 2010 ein hydrologisches Monitoringssystem installiert.

### **Datenerfassung**

- Niederschlagsstation im Einzugsbereich ca. 2 km oberhalb des RHB
  - Erfassen von Lufttemperatur, Luftfeuchte und Minutenniederschlag
  - Alarmierung bei Überschreiten von gleitenden 10-Minuten-Summen
  - Übertragen der Daten 15-minütlich an die Internet-Plattform „Net-View“ und an die LR Steiermark
- Zuflussstation RHB ca. 400 m km oberhalb des RHB
  - Erfassen von Pegelstand mittels Radarsensor

- Übertragen der Daten 15-minütlich an die Internet-Plattform „Net-View“ und an die LR Steiermark
- Beckenpegel im RHB
  - Erfassen von Pegelstand mittels Pegelsonde
  - Alarmierung bei Staubeginn ( $>2$  m) und bei Erreichen von 8,5 m
  - Übertragen der Daten 15-minütlich an die Internet-Plattform „Net-View“ und an die LR Steiermark



**Abbildung 3:** RHB Mittergrabenbach, Instrumentierung und Begehungssteg

### **Datenbereitstellung / Datenbank Alarmierung der Einsatzkräfte**

Für die Bevölkerung, Beckenverantwortlichen und die Feuerwehr stehen alle Online-Darstellungen der Messdaten unter <http://netview.ott.com/Region-Weisskirchen> bereit. Diese Seite ist öffentlich ohne Passwort zugänglich. Es dient den Einsatzkräften zur Planung der Sicherungsmaßnahmen. Die Feuerwehr ist den Betrieb der Anlage eingebunden.

Die FF Weisskirchen verwendete bereits für die interne Alarmierung das System „Blaulicht-SMS“, dieses System wird auch durch die Datensammler der 3 einzelnen Messstationen unterstützt. Dabei ist die Messstation als Alarmgeber konfiguriert, und löst über das BlaulichtSMS Gruppenalarme aus. Dadurch kann die

FF Weisskirchen die Alarmempfänger sehr einfach aktualisieren und je nach Alarmart die diensthabenden Personen alarmieren.

### 3 Ausblick

Mit steigender Anzahl von Monitoringanlagen, in Betrieb genommen durch die WLW, stellt sich unweigerlich die Frage nach der weiteren Organisation dieser Systeme. Dabei stehen grundsätzlich drei Möglichkeiten zur Verfügung.

- Übergabe der einzelnen Anlagen an den jeweiligen Beckenbetreiber, d.h. Genossenschaften/Gemeinde etc.
- Übergabe an einen externen, bestehenden zentralen Datenmanagementservice (z.B. Hydrographischer Dienst, private Firmen)
- Aufbau eines eigenen, zentralen Datenmanagements

Die WLW befindet sich diesbezüglich gerade in der Entscheidungsfindung

### 4 Literatur

BMLFUW, (2012). Leitfaden „Hochwasserrückhaltebecken – Grundsätze für Planung, Bau und Betrieb“, Hrsg. BMLFUW, Sektion Forstwesen, 1030 Wien, April 2012

Czerny H., (2013). Neuerungen aus Sicht der Staubeckenkommission, Vortrag anlässlich der Tagung „Hochwasserrückhaltebecken – Stand der Technik“, Graz 30.1.2013

Hattenberger D., Wölfl A. (2007) Rechtsfragen im Zusammenhang mit Warn- und Messsystemen, – Universität Klagenfurt, Gutachten, erstellt im Auftrag des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung – Sektion Vorarlberg

Autoren:

DI Dr. Rudolf Schmidt

Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung Salzburg  
Bergheimerstrasse 57, 5020 Salzburg

Tel.: +43 662 878154  
Fax: +49 662 878154 250  
[rudolf.schmidt@die-wildbach.at](mailto:rudolf.schmidt@die-wildbach.at)

DI Alfred Ellmer

Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung Sektion Steiermark  
Conrad-von-Hötzendorf-Straße 127, 8010 Graz  
[alfred.ellmer@die-wildbach.at](mailto:alfred.ellmer@die-wildbach.at)

Ing. Martin Schinnerl

OTT Hydromet GmbH  
Weidegut 76, 4223 Katsdorf  
[m.schinnerl@ott.com](mailto:m.schinnerl@ott.com)